

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-067896  
 (43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.CI. H01M 8/04  
 H01M 8/10  
 H01M 8/24

(21)Application number : 11-230578 (71)Applicant : GENERAL MOTORS CORP <GM>  
 (22)Date of filing : 17.08.1999 (72)Inventor : MELTSER MARK ALEXANDER  
 CLINGERMAN BRUCE JEFFREY  
 MOWERY KENNETH DAVID

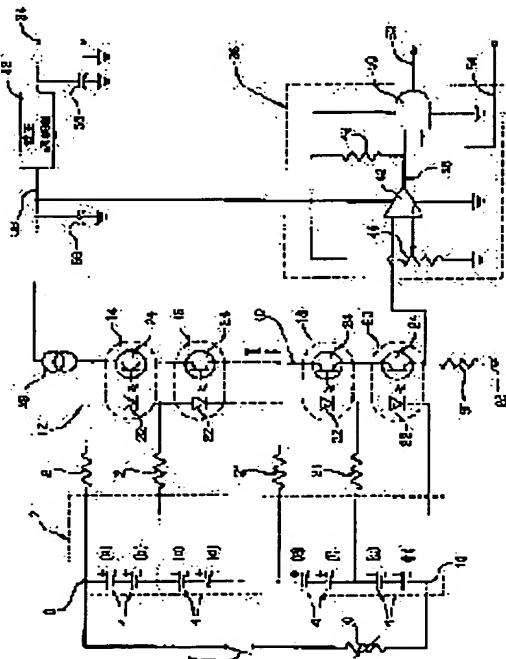
(30)Priority  
 Priority number : 98 138466 Priority date : 21.08.1998 Priority country : US

**(54) METHOD FOR PROTECTING FUEL CELL FROM DAMAGE CAUSED BY INVERSION OF POLARITY AND DEVICE FOR IT**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device and a method for monitoring performance of a fuel cell stack.

**SOLUTION:** The voltage of a fuel cell 4 in a stack 2 is monitored by using opt-isolators 14-20 equipped with light emitters 22 and plural photo-detectors 24 forming a row 40 being connected in series, and when an abnormal condition occurs, a warning is issued or a correcting action is started. When all fuel cells are normal, all light emitters 22 emit light, and all photo-detectors 24 in the row 40 are closed, in order to pass a constant current in the row 40. If at least one fuel cell malfunctions, since a voltage of the fuel cell is lowered below a start voltage of the light emitter and the related light emitter disappears, the photo-detector relating to the light emitter is opened, in order to cut off the current in the row. Thereby, a warning is issued or an action to protect the defective fuel cell is started.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 17.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.01.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-67896

(P2000-67896A)

(43)公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51)Int.Cl.  
H 01 M 8/04

識別記号

F I  
H 01 M 8/04

テーマコード(参考)  
Z  
H

8/10  
8/24

8/10  
8/24

E

審査請求 有 請求項の数7 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平11-230578

(22)出願日 平成11年8月17日(1999.8.17)

(31)優先権主張番号 09/138466

(32)優先日 平成10年8月21日(1998.8.21)

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 590001407

ゼネラル・モーターズ・コーポレーション  
GENERAL MOTORS CORP

ORATION

アメリカ合衆国ミシガン州48202, デトロ  
イト, ウエスト・グランド・ブルバード  
3044

(72)発明者 マーク・アレグザンダー・メルツァー  
アメリカ合衆国ニューヨーク州14534, ピ  
ッツフォード, オークシャー・ウェイ  
160

(74)代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

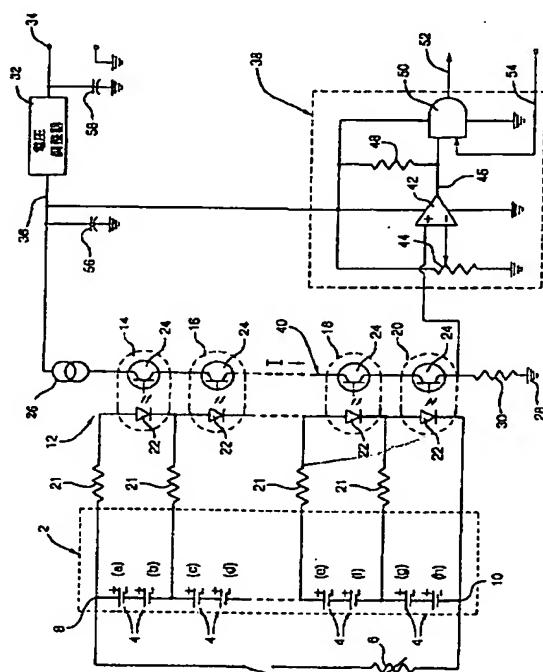
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 極性の反転による損傷から燃料電池を保護する方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 燃料電池スタックの性能を監視する装置及び方法を提供する。

【解決手段】 光エミッタ22及び直列接続されて列40を形成する複数の光検出器24を備えるオプトアイソレータ14~20を用いてスタック2内の燃料電池4の電圧を監視し、異常状態が発生したとき、警告を発し又は修正動作を開始する。全燃料電池が正常の場合は、すべての光エミッタ22が発光し、列40のすべての光検出器24が閉じて列40に一定電流が流れる。少なくとも1個の燃料電池に故障があると、その燃料電池の電圧が光エミッタの起動電圧よりも低下し、その関連する光エミッタが消えるので、該光エミッタと関連する光検出器が開かれ、列の電流が遮断される。これにより、警告を発し又は故障燃料電池を保護する動作が開始される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池スタックであって、電気的に直列接続された複数の個々の燃料電池であって、各燃料電池が、正常動作状態の下では正常な電池電圧を発生し、異常動作状態の下では正常値より低い電池電圧を発生する複数の燃料電池と、

(1) 前記燃料電池の少なくとも1つに接続され、前記電池電圧に応答して、前記電池電圧が正常であり且つ所定値よりも大きいときに発光し、前記電池電圧が正常値より低く且つ前記所定値よりも小さいときに暗くなる光エミッタと、(2) 前記光エミッタに近接し、該光エミッタに応答して、該光エミッタが発光しているときに電流を通し、該光エミッタが暗くなっているときに電流を遮断する光検出器であって、互いに電気的に直列に接続されて列を形成する光検出器とを各々備えた複数のオプトアイソレータと、

前記列に電流を供給する電流源と、

前記列における電流の存在を検知し、前記列内の電流の流れが遮断されたときに前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置を自動的に開始して、電圧が正常値より低い燃料電池を保護する検出回路と、を具備する燃料電池スタック。

【請求項2】 P E M燃料電池スタックであって、電気的に直列接続された複数の個々の燃料電池であって、各燃料電池が、正常動作状態の下では正常な電池電圧を発生し、異常動作状態の下では正常値より低い電池電圧を発生する複数の燃料電池と、

(1) 一対の前記燃料電池に接続され、該対の電池の電圧の和に応答して、前記和が所定値よりも大きいときに発光し、前記和が前記所定値よりも小さいときに暗くなる光エミッタと、(2) 前記光エミッタに近接し、該光エミッタに応答して、該光エミッタが発光しているときに電流を通し、該光エミッタが暗くなっているときに電流を遮断する光検出器であって、列状に互いに電気的に直列に接続される光検出器とを各々備えた複数のオプトアイソレータと、

前記光検出器の列に電流を供給する電流源と、

前記列における電流の存在を検知し、前記列の電流の流れが遮断されたときに前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置を自動的に開始して、電圧が正常値より低い前記燃料電池スタック内の燃料電池を保護する検出回路と、を具備するP E M燃料電池スタック。

【請求項3】 前記電流源は前記列に一定の電流を供給し、

前記検出回路は、前記列に電流が流れているときに前記列の電圧を検知して、前記列の電圧値が所定値より小さくなったときに、前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は前記修正措置を自動的に開始する、請求項2に記載のP E M燃料電池スタック。

【請求項4】 直列接続された複数の燃料電池を有するスタックにおける故障した燃料電池を検出し、該故障した燃料電池が損傷しないように修正措置を自動的に開始することによって、前記故障した燃料電池を保護する方法であって、

- 前記燃料電池の各々を、光エミッタと該光エミッタの発する光に応答する隣接の光検出器とを備えたオプトアイソレータに結合するステップであって、前記光エミッタを、前記燃料電池の電圧が所定値より大きくて前記燃料電池の動作が正常であることを示すときに発光し、前記燃料電池の電圧が前記所定値より小さくて前記燃料電池の動作が異常であることを示すときに暗くなるように前記燃料電池に接続するステップと、
- それぞれの前記光検出器を他の前記光検出器と互いに接続し、直列接続された光検出器の列を形成するステップと、
- 前記光エミッタのすべてが発光しているときに前記列を通じて電流を流し、前記光エミッタのうちの少なくとも1つが暗いときに電流の流れを遮断するステップと、
- 前記列における前記電流の流れを検出するステップと、

- 前記列における電流の流れが遮断されたときに前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置を自動的に開始して、電圧が正常値より低い前記燃料電池スタック内の燃料電池を保護するステップと、を備えた方法。

【請求項5】 前記修正措置は、前記燃料電池スタックのアンロードを含む、請求項4に記載の方法。

【請求項6】 (1) 前記列を通して一定の電流を流し、(2) 前記列中の選択位置で前記列の電圧を監視し、(3) 前記列の電圧を所定のスレッショルド電圧と比較し、(4) 前記列の電圧が前記スレッショルド電圧より小さくなったときに前記燃料電池スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置を自動的に開始することによって、前記列の電流を検出するステップを含む、請求項4に記載の方法。

【請求項7】 前記オプトアイソレータは、一対の前記燃料電池に接続されて、前記対を構成する燃料電池の個々の電圧の和に応答する、請求項6に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、燃料電池のスタック中の個々の燃料電池を監視し、望ましくないスタック動作状態が示されたときに該スタックのオペレータに警告を発し及び／又は修正措置（例えば、燃料電池スタックをアンロード（unload）する）を開始して、スタック内の故障の電池を保護することにより、極性の反転による損傷から燃料電池を保護する方法及び装置に関する。

【0002】アメリカ合衆国政府は、アメリカ合衆国エネルギー省により与えられた契約第D E - A C 0 2 - 9 0 C H 1 0 4 3 5 号に準ずる本発明の権利を有する。

【0003】

【従来の技術】燃料電池は、多くの応用に対する電源として提案されている。いわゆるP E M (陽子交換膜) 燃料電池 (S P E (固体重合体電解質) 燃料電池としても知られる) は、高エネルギーを有し且つ低重量であるという潜在的能力があり、従って、移動可能装置への応用 (例えば、電気車両) に望ましい。P E M / S P E 燃料電池は当該技術では公知であり、それら燃料電池は「膜電極組立体」 (M E Aとしても知られる) を備え、その膜電極組立体は、その一方の面に陽極を有し且つ他方の面に陰極を有する薄いプロトン伝導性の固体重合体膜電解質 (例えば、過フッ素化 (p e r f l u o r o n a t e d) スルホン酸のようなイオン交換樹脂) を備える。陽極及び陰極は、典型的には、微細に分割された炭素粒子と、該炭素粒子の内面及び外面に支持された非常に微細に分割された触媒粒子と、これら触媒粒子及び炭素粒子と混ぜ合わされたプロトン伝導性樹脂とを備える。膜電極組立体は一対の導電性エレメントの間に挟まれる。該導電性エレメントは、陽極及び陰極の集電器として働き、且つ適宜の溝及び/又は開口部を有し、燃料電池の気体反応物を陽極及び陰極の夫々の触媒の表面に分配する。複数の個々の電池が共に束ねられて燃料電池スタックを形成する。P E M 燃料電池は典型的にはH<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>燃料電池であり、水素は陽極反応物 (即ち、燃料) であり、酸素は陰極酸化体である。水素は純粋な形態であっても、メタノール、ガソリンその他の改質により得られたものであってもよく、酸素は純粋な形態 (即ち、O<sub>2</sub>) であっても、空気であってもよい。

【0004】P E M 燃料電池の性能は幾つかの理由で、とりわけ、一酸化炭素による陽極触媒の劣化、個々の電池の陽極側と陰極側との間の過剰な漏洩、水素又は酸素の不足、陽極/陰極の気体分配溝の汚染、個々の電池の損傷、水の過剰などで低下する。これらの何れかがスタック内の1つ以上の電池で発生しただけで、それらの電池の個々の性能が低下し、それらの電池の極性が反転される恐れがある。燃料電池スタック内の電池の極性が反転されると、その電池はスタック電流に寄与せず、全スタック電流に対するシンクとなる。電池の極性が反転した場合には、例えば、スタックから抵抗負荷を除去する (即ち、アンロードする) 等の、その状況を修正する適切な処理を施されなければ、電池が破壊される恐れがある。比較的強固である磷酸、固体酸化物及び融解炭酸塩電池のような他のH<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>燃料電池とは異なり、P E M 燃料電池は、極性が反転されたとき (例えば、触媒の酸化、M E Aの剥離などにより) 比較的急速な破壊を受けやすい。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のような切迫した状態を事前に警告されること、及び、極性が反転する状況が切迫しているときに、それを警告して早期の修正動作 (例えば、スタックをアンロードする) を開始させる迅速応答型の保護システムを備えることが望まれる。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、燃料電池のスタックの性能を監視し、1個以上の電池の性能が、電池の極性反転の前兆になる望ましくない動作状態を示すときに、修正措置 (例えば、スタックのオペレータに警告を発し及び/又はスタックをアンロードする) を自動的に開始する保護方法及び装置に関する。本発明は任意の形式の燃料電池スタックに有用であるが、特に、極性反転状態が発生したときの急速な破壊を特に受け易いP E M · H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>燃料電池に有用である。従って、ここでは、本発明をP E M · H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>燃料電池と関連させて説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0007】装置に関しては、本発明は、電気的に直列に接続された複数の個々の燃料電池を備え、個々の電池の電圧の和であるスタック電圧を発生するP E M · H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>燃料電池スタックを含む。通常の動作状態では、個々の電池の正常電圧は約0.6ボルトであり、正常なスタック電圧は、正常な電池電圧にスタック内の電池の数を乗じたものである。複数のオプトアイソレータ (オプトカプラとしても知られる) が備えられ、その各々は発光ダイオード (L E D) のような光エミッタを備える。光エミッタは、スタックにおける個々の電池のうちの少なくとも1つに結合され、且つその関連する電池電圧に応答して、(1) その関連する電池の端子電圧が正常であり且つ光エミッタの起動電圧 (値はオプトアイソレータの製造者により予め定められる) より大きいときに発光し、(2) 電池の端子電圧が正常値より小さく且つ光エミッタの所定の起動電圧より小さいときに暗くなる。また、各オプトアイソレータは、光エミッタに近接して配置され且つ光エミッタに応答して、光エミッタが発光しているときには電流を通し、光エミッタが暗いときには電流の流れを遮断する光検出器を備える。

【0008】各オプトアイソレータの光検出器は互いに電気的に直列に接続されて、光検出器の列を形成する。電流は、電流源 (例えば、バッテリ) から、その列を通じて流れる。検出回路は、光検出器の列に流れる電流の存在又は不存在を検知し、列の電流の流れが遮断されたときに、スタックのオペレータに警告を発し及び/又は自動的に修正措置 (例えば、スタックをアンロードする) を開始する。1つのオプトアイソレータが一対の電池に接続され、その光エミッタは、該対における個々の電池の電圧の和に応答して、その和が光エミッタの起動電圧以上であるときには発光し、その和が該起動電圧より小さいときには暗くなるようにすることが好ましい。最も好ましいのは、定電流源から光検出器の列に一定の

電流を印加し、適切な検出回路により列の特定の点の電圧を検知して、その電圧が所定値より小さくなつたときにスタックのオペレータに警告を発し及び／又は自動的に修正措置を開始することである。

【0009】方法に関しては、本発明は、直列接続された燃料電池のスタックにおける故障した燃料電池を検出し、スタックのオペレータに警告を発し及び／又は自動的に修正措置を開始して、極性の反転により生じ得る損傷から故障電池を保護する方法を包含する。この方法は、(a)個々の電池を、光エミッタと該光エミッタから発せられる光に応答する近接配置された光検出器とを備えるオプトアイソレータに結合するステップと、

(b)電池電圧が光エミッタの起動電圧より大きいときには発光し、電池電圧が起動電圧より小さくなつたときには暗くなるように、光エミッタを電池に接続するステップと、(c)各光検出器を直列に且つ列状に接続するステップと、(d)すべての光エミッタが発光しているときには光検出器の列を通して電流を流し、何れかの光エミッタが暗くなつたときには電流を遮断するステップと、(e)列の電流の流れを検出するステップと、

(f)列の電流が遮断されたときに、スタックのオペレータに警告を発し及び／又は自動的に修正措置を開始して、スタック内の何れかの故障電池を保護するステップとを備える。オプトアイソレータは、一対の電池に接続されて、その関連する対の電池の個々の電池電圧の和よりも僅かに低い起動電圧を有することが好ましい。各オプトアイソレータに一対の電池を結合することにより、必要なオプトアイソレータの数を減らすことができ、システムの信頼性が向上する。最も好ましいのは、列の電流を、(i)列に一定の電流を流し、(ii)列の特定の場所の電圧を監視し、(iii)列の電圧と所定のスレッショルド電圧とを比較することにより、検出することである。列の電圧がスレッショルド電圧より下がつたときに、スタックのオペレータに警告が発せられ及び／又は(例えば、スタックをアンロードすることにより)故障電池が自動的に保護されるこの発明は、添付図面を参照して以下の詳細な説明を考慮するとき一層良く理解することができよう。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】概略的には、オプトアイソレータにおける光エミッタ、例えば発光ダイオード(LED)は、PEM燃料電池スタックにおける複数の対の燃料電池の両端間に接続される。これらのLEDは、燃料電池のそれぞれの対の両端間の電圧がLEDの最小動作(起動)電圧と等しいか又はそれよりも高いときにオンになり(発光し)、その対の合計電圧がLEDの起動電圧よりも低いときにオフになる(消える)。従って、(例えば、燃料／酸化体の不足に起因して)対の一方又は両方の電池の性能が、電池の極性反転が今にも起ころうとする点まで低下すると、LEDはオフになる。LEDが消

えると、オプトアイソレータの光検出器(例えば、フォトトランジスタ)の部分が開状態になり、光検出器を通る電流又は光検出器と電気的に直列の回路を通る電流を遮断する。

【0011】オプトアイソレータ回路における電流の停止が検知され、燃料電池スタック・コントローラに信号が送られて、必要な修正動作(例えば、スタックのアンロードする)が行われ、LEDを消させた電池の損傷を防ぐ。検流計のような電流検出器を用いて電流を検知することができるが、列の特定の部分の電圧を検知して、その電圧を許容スレッショルド電圧と比較することにより電流を検出することが望ましい。本発明の診断機構の格別の利点は、幾つかの電池を調べるのではなく、複数の電池を連続的に且つ同時に監視することができるることである。

【0012】より詳細には、図1は、複数の個別の電池4を含む燃料電池スタック2(点線で示す)を示しており、この燃料電池の端子8と10との間に負荷6が接続される。スイッチ7又はそれと同等の素子が、負荷6と燃料電池スタック2との接続又は切り離し(即ちアンローディング)を行うように作用する。電気車両の場合は、負荷6は典型的にはトラクションモータを含み、その抵抗は運転条件に依存して大きく変化する。従って、このようなモータを流れる電流は、加速状態や登坂状態等の、モータに対する負荷が最大になるときには、ずっと大きくなる。この同じ電流が燃料電池スタック2を流れる。

【0013】燃料電池スタック2内の個々の電池4のうちの少なくとも1個が例えば燃料不足又は酸素不足となり、或いは何らかの衰弱状態にある場合には、その電池は必要とされる量の電流を供給することができず、電流源ではなく電流シンクとなるので、結果的に電池の極性が反転する。このような極性の反転や他の電池劣化状態を検出するため、燃料電池スタック2には、各々が光エミッタ22及び光検出器24を有する複数のオプトアイソレータ14、16、18、20を備えた診断システム12が設けられる。好ましくは、光エミッタ22は発光ダイオード(即ち、LED)からなり、光検出器24はフォトトランジスタからなる。図示の実施の形態においては、LED及びフォトトランジスタの代わりに、他の形式の光エミッタ及び光検出器を用いることもできる。

【0014】各光エミッタ22は一対の燃料電池の両端間に接続され、その関連する対の合計電圧に応答する。電流制限用の抵抗21が、光エミッタ22を流れる電流の量を制限する。図示のように、オプトアイソレータ14の光エミッタ22は電池(a)及び(b)にまたがって接続され、オプトアイソレータ16の光エミッタ22は電池(c)及び(d)にまたがって接続され、オプトアイソレータ18の光エミッタ22は電池(e)及び

(f) にまたがって接続され、他も同様に接続される。オプトアイソレータ14～20における各々の光検出器24は、抵抗30を介して定電流源26と接地28との間に電気的に直列に、列をなして接続される。光エミッタ22は、2個の直列接続された燃料電池の合計電圧よりも僅かに低い起動電圧を有するように選択される。従って、0.6Vの開回路電圧を有するH<sub>2</sub>-O<sub>2</sub>PEM燃料電池に対しては、モトローラ社の起動電圧1.1VdCのTIL111型オプトアイソレータが選択され、1.2VdCの合計電圧を発生する各燃料電池対にまたがって接続される。

【0015】各光エミッタが結合されている燃料電池対の合計電圧が当該光エミッタの起動電圧を超えたときに、光エミッタ22は発光する。すべての光エミッタが発光しているとき（即ち、正常動作状態）、すべての光検出器24が閉状態となり、すべての光検出器及び負荷抵抗30を通じて電流が流れる。電圧調整器32は電源34（例えば、バッテリ）から給電され、調整された電圧36を定電流源26及び検出回路38（以下に説明する）に供給する。

【0016】負荷抵抗30の両端間の電圧は、光検出器24の列40の電流Iに負荷抵抗30の抵抗値を乗じたものに等しい。負荷抵抗30の電圧は、検出回路38内の比較器42の正入力側に印加され、予め設定された基準／スレッショルド電圧と比較される。この基準／スレッショルド電圧は、比較器42の負入力側に接続された電位差計44によって確立される。比較器42の出力信号46は、負荷抵抗30での電圧降下が電位差計46での電圧降下と等しいか又はそれより大きいときにローとなり、負荷抵抗30での電圧降下が電位差計46での電圧降下より小さいときにハイとなる。比較器42は、外部のブルアップ抵抗48に結合されたコレクタを有するコレクタ出力の変形として図示されている。

【0017】何れかの光エミッタ22が消えた結果とし

て何れかの光検出器24が開状態になったことにより列40の電流が遮断されたときに、負荷抵抗30の電圧降下は電位差計44の電圧降下より小さくなり、比較器42からの出力信号46はハイになる。比較器42からのハイ又はローの出力46は、論理「アンド」回路50に印加され、イネーブル信号54が回路50に印加されて比較器42の出力を通すとき（ハイ又はローの）出力信号52として複製される。論理「アンド」回路50からの出力52は、適切な修正動作を開始する（例えば、スイッチ7を開いて、スタック2から負荷6を切り離す）スタック・コントローラ（図示せず）に接続される。イネーブル信号54は、始動シーケンス（即ち、個々の電池4の電圧がローである）の後に燃料電池スタックが完全動作状態になって定常動作状態が達成されたときにのみ供給される。

【0018】電位差計44の両端間のスレッショルド／基準電圧は、その上側では燃料電池スタック2が正常動作状態にあると判断され、その下側では燃料電池スタック2が異常状態にあるとみなされ、燃料電池スタック2から負荷6を電気的に切り離すことによりアンロードする等の修正動作を必要とする電圧である。一对のコンデンサ56及び58は、回路の電気的ノイズを除去又は抑制するように働く。

【0019】本発明を特定の実施の形態に連絡して説明したが、本発明はそれに限定されるものではない。

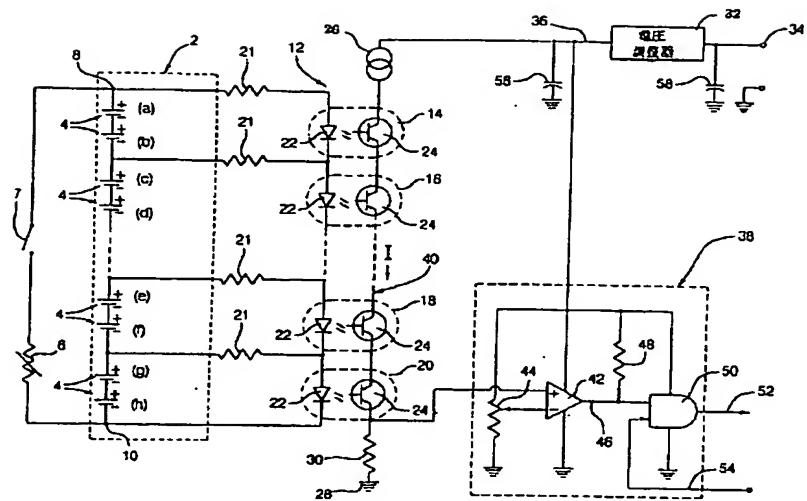
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池監視及び保護システムを含む二極式のPEM燃料電池スタックを概略的に示す図である。

【符号の説明】

2：燃料電池スタック、 6：負荷、 7：スイッチ、  
14～20：オプトアイソレータ、 22：光エミッタ、  
24：光検出器、 26：定電流源、 32：電圧調整器、  
34：電源、 38：検出回路

【図1】



フロントページの続き

(72) 発明者 ブルース・ジェフリー・クリンガーマン  
アメリカ合衆国ニューヨーク州14522, パ  
ルミラ, ルート21・ノース 1855

(72) 発明者 ケネス・デーヴィッド・モワリー  
アメリカ合衆国インディアナ州46060, ノ  
ーブルスヴィル, トレモント・コート  
309